

**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА**  
**ПРОЛЕТНО НАЦИОНАЛНО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА**

**5 МАРТ 2023 г., ВАРНА**

**Решения на темата за първа състезателна група (7. клас)**

**Задача 1. Разход на гориво**

а) Времето за движение на автомобила, изразено в часове, е:

$$t = \frac{3}{4} \text{ h.} \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

Следователно скоростта на автомобила е:

$$v = \frac{s}{t} = \frac{15 \text{ km}}{3/4 \text{ h}} = 20 \text{ km/h.} \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

От графиката намираме, че при тази скорост разходът на гориво е :

$$P = 9 \frac{\text{L}}{100 \text{ km}} = 0,09 \frac{\text{L}}{\text{km}}. \quad \mathbf{1.0 \text{ т}}$$

Следователно автомобилът изгаря:

$$V = P s = 0,09 \frac{\text{L}}{\text{km}} \cdot 15 \text{ km} = 1,35 \text{ L} \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

бензин на цена:

$$1,35 \text{ L} \cdot 3 \text{ лв./L} = 4,05 \text{ лв.} \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

Оттук е ясно, че при цена на автобусния билет 2 лв. в автомобила трябва да се возят поне трима души (вкл. шофьорът), за да бъде пътуването им по-евтино.  $\mathbf{1.0 \text{ т}}$

б) Участъкът от пътя, който не е магистрала, има дължина:

$$s_1 = 315 \text{ km.} \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

Там автомобилът може да се движи с максималната допустима скорост  $v_1 = 90 \text{ km/h}$ , защото при тази скорост разходът на гориво е минимален:

$$P_1 = 5 \frac{\text{L}}{100 \text{ km}} = 0,05 \frac{\text{L}}{\text{km}}. \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

Този участък ще бъде изминат за време:

$$t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{315 \text{ km}}{90 \text{ km/h}} = 3,5 \text{ h} \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

и автомобилът ще изразходва количество гориво:

$$V_1 = 315 \text{ km} \cdot 0,05 \text{ L/km} = 15,75 \text{ L} \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

Следователно магистралата трябва да бъде измината с остатъчното количество гориво:

$$V_2 = 28 \text{ L} - 15,75 \text{ L} = 12,25 \text{ L.} \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

За да измине магистралата за най-кратко време, автомобилът трябва да се движи с максималната възможна скорост, при която разходът на гориво не превишава:

$$P_2 = \frac{V_2}{s_2} \approx 0,063 \frac{\text{L}}{\text{km}} = 6,3 \frac{\text{L}}{100 \text{ km}}. \quad \mathbf{1.0 \text{ т}}$$

От графиката се вижда, че такъв е разходът на гориво при скорост:

$$v_2 = 130 \text{ km/h}. \quad \mathbf{1.0 \text{ т}}$$

Следователно магистралата ще бъде измината за време:

$$t_2 = \frac{s_2}{v_2} \approx 1,5 \text{ h}, \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

а цялото разстояние между София и Варна – за време:

$$t = t_1 + t_2 \approx 5 \text{ h}. \quad \mathbf{1.0 \text{ т}}$$

## Задача 2. Лодка от пластилин

а) Обемът на кубчето е:

$$V_1 = a^3 = 15,625 \text{ cm}^3. \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

Въздушната кухина в него има форма на квадратна призма с дължина на основата:

$$b = a - 2d = 1,5 \text{ cm}, \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

височина:

$$h = a - d = 2 \text{ cm}, \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

и обем:

$$V_2 = b^2 h = 4,5 \text{ cm}^3. \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

Пластилинът не променя обема си при деформация. Затова обемът на парчето пластилин е равен на обема на стените на лодката:

$$V = V_1 - V_2 = 11,125 \text{ cm}^3. \quad \mathbf{1.0 \text{ т}}$$

(0.5 т. за обосновка на формулата + 0.5 т. за числен отговор). За верен се счита числен отговор, който при закръгляне дава стойност  $11 \text{ cm}^3$ .

б) Еднороден куб би плавал потопен до ръба си, ако плътността му е равна на плътността на водата (при по-висока плътност би потънал, а при по-ниска – би изплавал над водата). **[1.0 т]** Следователно, ако  $m$  е масата на лодката, е изпълнено условието:

$$\frac{m}{a^3} = \frac{m}{V_1} = \rho_{\text{в}}. \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

Оттук изразяваме масата на парчето пластилин:

$$m = \rho_{\text{в}} V_1. \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

Следователно плътността на пластилина е:

$$\rho_{\text{п}} = \frac{m}{V} = \frac{\rho_{\text{в}} V_1}{V}, \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

където  $V$  е вече пресметнатия обем на парчето пластилин. Като заместим с числените стойности, намираме:

$$\rho_{\text{п}} = \frac{1 \text{ g/cm}^3 \cdot 15,625 \text{ cm}^3}{11,125 \text{ cm}^3} \approx 1,4 \text{ g/cm}^3. \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

в) Част от водата от външния съд се стича във въздушната кухина на лодката. Следователно нивото на водата в съда намалява. **[1.0 т]** Обемът, освободен от външния съд, е:

$$V_{\text{вън}} = Sh, \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

където  $h$  е намаляването на нивото на водата в съда. От условието:

$$V_{\text{вън}} = V_2, \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

където  $V_2$  е вече намерения обем на кухината, получаваме:

$$h = \frac{V_2}{S} = \frac{4,5 \text{ cm}^3}{9 \text{ cm}^2} \approx 0,5 \text{ cm} = 5 \text{ mm}. \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

г) Обемът  $V'$  на новата лодка е:

$$V' = \frac{V_1}{2}.$$

но масата ѝ е:

$$m' > \frac{m}{2}, \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

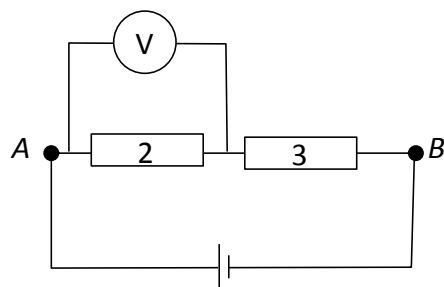
защото включва половината от масата на стените, но и масата на дъното. Следователно еднородно тяло със същия обем и маса би имало плътност:

$$\rho' = m'/V' > m/V_1 = 1 \text{ g/cm}^3, \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

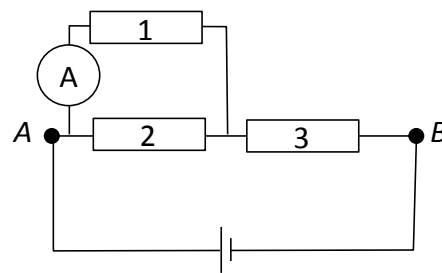
по-голяма от плътността на водата. Точките се дават и когато  $\rho'$  е пресметнато като конкретно число. Следователно новата лодка ще потъне. **0.5 т**

### Задача 3. Заплетена верига

а) Понеже през волтметъра на практика не тече ток, ток не тече и през резистора 1. Следователно, когато е включен волтметър, резисторите 2 и 3 са свързани последователно към източника, както е показано на схемата вляво.



Свързване на волтметър



Свързване на амперметър

През резисторите тече еднакъв ток и съответно напреженията върху тях са равни:

$$U_2 = U_3. \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

Тъй като напрежението върху резистора 1 е нула, волтметърът отчита напрежението върху резистора 2:

$$U = U_2 = 12 \text{ V}. \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

Понеже при последователно свързване  $U_0 = U_2 + U_3$ , получаваме за напрежението на източника:

$$U_0 = 2U_2 = 24 \text{ V}. \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

При включване на амперметър, резисторите 1 и 2 са свързани успоредно (вж. схемата вдясно), защото съпротивлението на амперметъра е практически нула, т.е. той е еквивалентен на съединителен проводник. Тъй като напреженията върху двата резистора са равни,  $U_1 = U_2$ , а резисторите са еднакви, през тях текат еднакви токове:

$$I_1 = I_2 = I = 0,05 \text{ A}. \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

Тогава токът през резистора 3 е:

$$I_3 = I_1 + I_2 = 2I = 0,1 \text{ A}. \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

За напреженията върху резисторите може да запишем следните изрази:

$$U_1 = U_2 = IR \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

и

$$U_3 = I_3R = 2IR. \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

От връзката  $U_0 = U_1 + U_3$  (или  $U_2 + U_3$ ) получаваме уравнението:

$$U_0 = 3IR, \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

от което намираме търсеното съпротивление:

$$R = \frac{U_0}{3I} = \frac{24 \text{ V}}{0,15 \text{ A}} = 160 \Omega. \quad \mathbf{0.5 \text{ т}}$$

б) Данните са нанесени в таблицата по-долу.

№ свързване	Източник, свързан към	Измерителен уред, свързан към	Показание на волтметъра (V)	Показание на амперметъра (A)
1	<i>B</i> и <i>C</i>	<i>A</i> и <i>D</i>	0	0
2	<i>A</i> и <i>C</i>	<i>B</i> и <i>D</i>	24	0,075 (75 mA)
3	<i>B</i> и <i>D</i>	<i>A</i> и <i>C</i>	8	0,075 (75 mA)

За всяка вярно нанесена стойност на напрежението или тока – **по 0,5 точки**. За вярно попълнена таблица – **общо 3 точки**.

## Обосновка

**Свързване № 1.** Измерителният уред, независимо дали амперметър или волтметър, не е част от затворена верига, съдържаща източник на напрежение. Затова показаниято и на двата уреда е нула. **0,5 т**

**Свързване № 2.** При свързване на волтметър през резисторите 1 и 3 не тече ток. Следователно волтметърът отчита напрежение, равно на напрежението на източника  $U_0 = 24 \text{ V}$ . **0,5 т**

При включване на амперметър, резисторите 1 и 3 са свързани последователно към източника и показаниято на амперметъра е равно на общия ток  $I$ , течащ през двата резистора. Понеже при последователно свързване  $U_1 + U_3 = IR + IR = U_0$ , намираме  $I = U_0/(2R) = 24 \text{ V}/320 \ \Omega = 0,075 \text{ A}$  (75 mA). **0,5 т**

**Свързване № 3.** При свързване на волтметър и трите резистора са последователно свързани към източника. През резисторите тече еднакъв ток и напреженията върху тях са равни:  $U_1 = U_2 = U_3 = U_0/3 = 8 \text{ V}$ . Волтметърът измерва напрежението върху резистора 2, т.е.  $U = 8 \text{ V}$ . **0,5 т**

При свързан амперметър резисторът 2 е даден накъсо, а резисторите 1 и 3 са свързани последователно към източника. Както при второто свързване, амперметърът отчита тока  $I$ , който тече през двата резистора. Отново е в сила  $U_1 + U_3 = IR + IR = U_0$ . Следователно  $I = U_0/(2R) = 24 \text{ V}/320 \ \Omega = 0,075 \text{ A}$  (75 mA). **0,5 т**